

ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИК ЛИНЕЙНЫХ ИНДУКТОРОВ С РАЗБЕГАЮЩИМИСЯ ПОЛЯМИ

Устройства электродинамической сепарации в бегущем магнитном поле находят широкое применение при извлечении кусковых неферромагнитных металлов из твердых отходов производства и потребления, а также при сортировке лома цветных металлов на стадии подготовки его к металлургическому переделу [1].

Из электродинамических сепараторов, используемых в мировой и отечественной практике, наибольшей производительностью и универсальностью обладают сепараторы, в которых бегущее магнитное поле создается линейными индукторами с трехфазной обмоткой. Принцип работы этих сепараторов подобен принципу работы линейных асинхронных двигателей. При этом роль вторичного элемента таких линейных индукционных машин (ЛИМ) выполняют извлекаемые из сепарируемых смесей проводящие предметы.

Типичная конструкция такого сепаратора представляет собой транспортер, под лентой которого установлен линейный индуктор (рис.1а). Направление движения магнитного поля (движения извлекаемых частиц) перпендикулярно направлению движения ленты транспортера. Очевидным недостатком такой конструкции является существенная неравномерность степени извлечения полезного продукта по ширине ленты транспортера. Действительно, извлекаемой частице, лежащей на стороне ленты, противоположной к приемному бункеру приходится проходить больший путь, испытывая сопротивление сепарируемой смеси. Для надежного извлечения таких частиц приходится снижать скорость движения ленты, что приводит к уменьшению производительности сепаратора.

Увеличения производительности и повышения степени извлечения электродинамического сепаратора можно достичь, используя линейный индуктор с разбегающимися магнитными полями (рис.1б). В такой конструкции предельно возможный путь извлекаемой частицы сокращается в два раза.

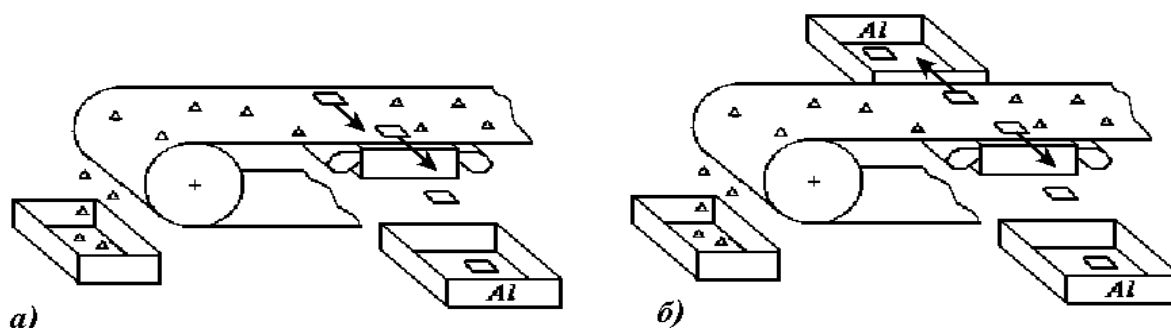


Рис.1.

Однако, этот способ требует разработки специальных индукторов, позволяющих создавать разнонаправленные магнитные поля. Необходимо отметить, что в обычных асинхронных машинах такой режим работы индуктора не используется, и

поэтому, его особенности мало изучены.

В этой связи, на кафедре ЭЭС проводятся теоретические и экспериментальные исследования таких режимов работы линейных индукторов.

Для создания разнонаправленных полей обмотка индуктора ЛИМ должна иметь две параллельные ветви, уложенные отдельно на двух половинах общего магнитопровода (рис. 2, 3). Параллельные ветви такой обмотки подключаются к трехфазной сети с различным чередованием фаз. Ввиду несимметрии магнитной цепи линейных машин [2], различные схемы соединений параллельных ветвей должны иметь различные свойства, - прежде всего, отличаться величинами фазных токов и характером распределения магнитного поля по длине индуктора ЛИМ [3]. Например, рассмотрим две схемы соединения параллельных ветвей обмотки:

- выводы входных фаз параллельных ветвей обмотки объединены, - средних и выходных – перекрещены (рис. 2а, 3а);
- выводы средних фаз параллельных ветвей обмотки объединены, входные и выходные – перекрещены (рис. 2б, 3б);

Такое включение обмоток в обычных машинах не применяется, поэтому влияние той или иной схемы включения обмоток с разбегающимися полями на характеристики сепараторов производилась экспериментально. Ниже приведены некоторые результаты этих исследований.

Эксперименты проводились на односторонних 4-х и 5-ти полюсных индукторах с обратным магнитопроводом.

Измерения распределения индукции в зазоре проводились при помощи измерительной катушки и вольтметра GDM-8206. Значение индукции, получали при помощи измерения ЭДС с шагом, равным зубцовому делению, затем полученные данные пересчитывались в действующие значения индукции.

Измерения усилия в зазоре индуктора проводились для алюминиевой пластины 20×20×3 мм с помощью тензодатчика. При оказании на тензодатчик силового воздействия вырабатывается сигнал в виде напряжения, который затем пересчитывается в усилие.

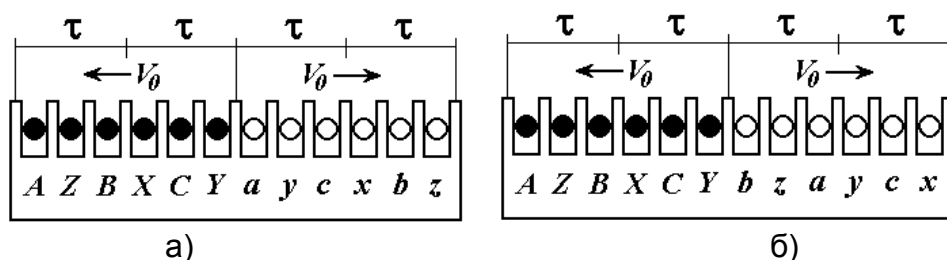


Рис. 2. Индуктор с однослойной обмоткой

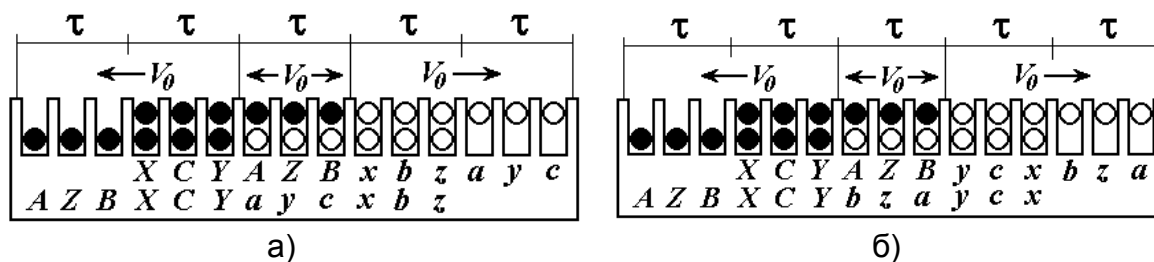


Рис. 3. Индуктор с двухслойной обмоткой

После проведения анализа расчетов и экспериментов, были выявлены особенности влияния схемы соединения обмоток на характер распределения индукции и усилия. Из построенных графиков индукции видно следующее. Для 4-х полюсной ЛИМ с однослойной обмоткой и разбегающимися полями наиболее приемлемой следует признать схему по рис.2а, а для 5-ти полюсного индуктора с двухслойной обмоткой следует принять схему по рис.3б. Так, на рис. 4 приведены распределения магнитных полей индуктора с однослойной и двухслойной обмоткой при различных схемах соединения, из которых следует, что выбранные схемы дают симметричное распределение магнитного поля по длине индуктора в отличие от схем по рис.2б (цифра 2 на рис. 4а) и 3а (1 на рис. 4б).

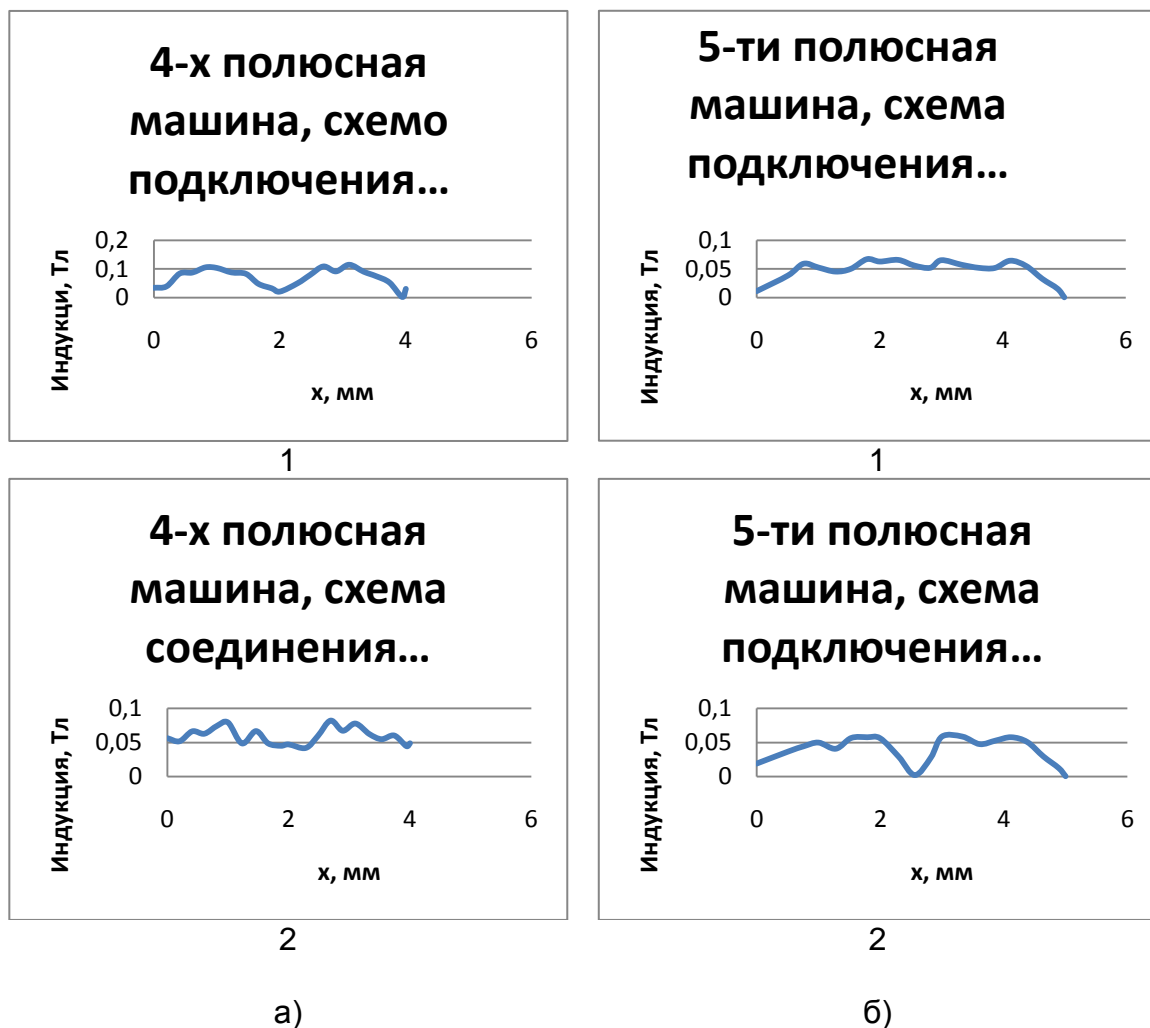


Рис. 4. Распределение магнитного поля ЛИМ с однослойной обмоткой
а) - по рис. 2а, 2б; б) - по рис. 3а, 3б.

На рис. 5 и 6 представлены графики распределения усилия в зазоре индуктора в зависимости от схемы включения. По характеру распределения усилия можно сделать вывод о том, что для 4-х полюсной машины схема соединения, прежде всего, влияет на величину усилия. При меньших значениях усилия (при схеме соединения по рис. 2б) можно получить большую равномерность ее распределения и наоборот. При этом величина мертвой зоны в центре индуктора, где усилие отсутствует, минимальна. В случае 5-ти полюсной машины, изменение схемы соединения приводит к расширению мертвой зоны, особенно заметному при схеме соединения обмоток по рис. 3б.

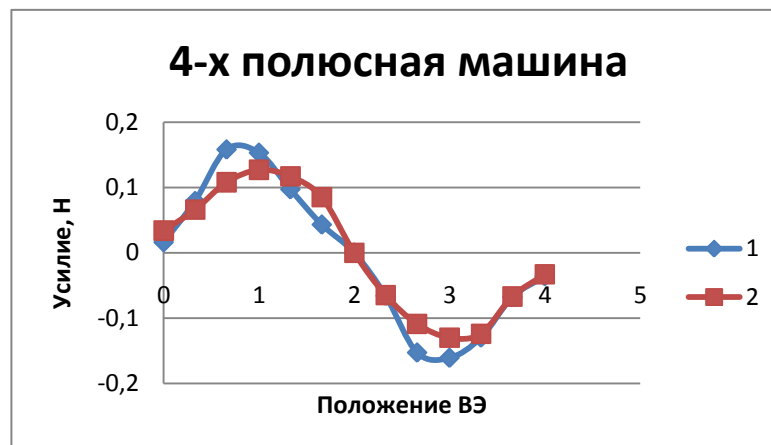


Рис. 5. Распределение усилия 1 – схема соединения согласно рис. 2а, 2- схема соединения согласно рис. 2б.

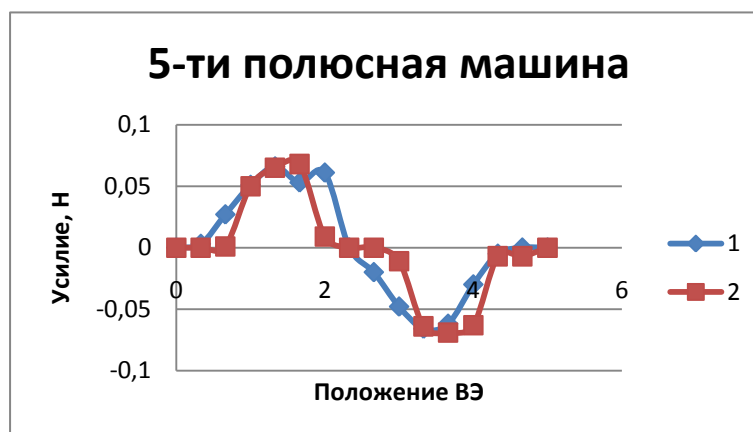


Рис. 6. Распределение усилия, 1 – схема соединения согласно рис. 3а, 2- схема соединения согласно рис. 3б.

Таким образом, в ходе исследования было выявлено влияние схем соединения обмоток ЛИМ с разбегающимися полями на характер кривой магнитного поля и усилие. Это обуславливает необходимость дальнейшего более детального изучения особенностей ЛИМ с разбегающимися магнитными полями.

Список использованных источников

1. Колобов Г.А. Сбор и обработка вторичного сырья цветных металлов / Г.А. Колобов, Бредихин В.Н., Чернобаев В.М. М.: Metallurgy, 1993. – 288 с.
2. Коняев А.Ю. Влияние первичного краевого эффекта на характеристики электродинамического сепаратора с бегущим магнитным полем / Коняев А.Ю., Назаров С.Л., Удинцев В.Н. // Вопросы совершенствования электротехнического оборудования и электротехнологий / Вестник УГТУ. Екатеринбург, 2000, с. 28-33.
3. Коняев А.Ю., Назаров С.Л. Особенности электродинамических сепараторов на основе линейных индукторов с разбегающимися магнитными полями // Электротехника, 2013, № 3, с. 61-66.